
Κεφάλαιο 1

Ύλη μεταξύ των αστερών

Στον μεσοαστρικό χώρο υπάρχει μια τεράστια ποσότητα ύλης υπό τη μορφή αερίου και σκόνης. Το υλικό αυτό είναι η πρωτογενής αιτία της δημιουργίας των αστερών άρα η έρευνα για τη σύνθεση και τα χαρακτηριστικά της είναι απαραίτητη για την βαθύτερη κατανόηση της πρώιμης δημιουργίας των αστερών.

ποσοστό στο γαλαξία?

διατύπωση/μεταφραση

διατύπωση/μεταφραση

Σήμερα γνωρίζουμε ότι η ύλη μεταξύ των αστερών αποτελείται περίπου κατά 99% από αέριο και κατά 1% από σκόνη με τη συνολική της μάζα στο γαλαξία μας να είναι της τάξης των M_{\odot} ενώ η πυκνότητα της κυμαίνεται από 10^{-4} έως 10^6 σωματίδια ανά cm^3 .

μάζα αερίου

βιβλιογραφία

1.1 Φάσεις και χαρακτηριστικά της Μεσοαστρικής Ύλης

Η Μεσοαστρική Ύλη (ISM) απαντάται σε τρεις φάσεις με διαφορετικά φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά ¹ τη **ψυχρή** που αποτελείται από μοριακό και ατομικό αέριο Υδρογόνου και σκόνη, τη **θερμή** από ατομικό και ιονισμένο αέριο Υδρογόνο και την **υπερθερμή** από διεγερμένο αέριο από κρουστικά κύματα εκρήξεων supernova.

Ενεργειακή ισορροπία

Η κινητική θερμοκρασία ² της Μεσοαστρικής Ύλης κυμαίνεται σε ένα εύρος τιμών 6 τάξεων μεγέθους όπως παρατηρούμε και από τον πίνακα 1.1. Για να περιγράψουμε και να μοντελοποιήσουμε την ενεργειακή ισορροπία στη Μεσοαστρική Ύλη

¹Για τα χημικά χαρακτηριστικά αναφερόμαστε στη σύνθεση των μορίων και στην αναλογία των στοιχείων. Στα φυσικά χαρακτηριστικά αναφερόμαστε στη πυκνότητα και τη θερμοκρασία της Ύλης

²Το ψυχρό μεσοαστρικό αέριο λόγω της γενικά χαμηλής του πυκνότητας δεν βρίσκεται σε θερμοδυναμική ισορροπία. Επομένως όταν μιλάμε για θερμοκρασία αναφερόμαστε στη κινητική του θερμοκρασία.[2, p. 28]

Πίνακας 1.1: Χαρακτηριστικά της μεσοαστρικής ύλης και περιοχές παρατήρησης

| Κατηγορία | Κατάσταση Υδρογόνου | T (K) | n (cm^{-1}) | Περιοχή Παρατηρήσεων |
|---------------------------|------------------------|---------------|-------------------|--|
| Μοριακά Νέφη | Μοριακό H_2 | 10-50 | $> 10^3$ | Μοριακή εκπομπή - απορρόφηση στο Ράδιο και στο Υπέρυθρο |
| Ψυχρά Νέφη HI | Ατομικό H | 100 | 30 | Γραμμή απορρόφησης 21 cm |
| Θερμό HI | Ατομικό H | 10^3 | 0.1 | Γραμμή εκπομπής 21 cm |
| Θερμό HII | Ιονισμένο H^+ | 10^4 | 10^{-2} | Γραμμή Εκπομπής $H\alpha$ |
| Περιοχές HII | Ιονισμένο H^+ | 10^4 | > 100 | Γραμμή Εκπομπής $H\alpha$ |
| Υπέρθερμο Ιονισμένο αέριο | Ιονισμένο H^+ | $10^6 - 10^7$ | 10^{-3} | Εκπομπή ακτινοβολίας X, Απορρόφηση από ιονισμένα μέταλλα |

άρα να εξηγήσουμε και τις παρατηρούμενες θερμοκρασίες θα πρέπει να υπολογίσουμε τις διαδικασίες θέρμανσης και ψύξης. Η κύρια διαδικασία ψύξης είναι η εκπομπή ακτινοβολίας είτε μέσω αυθόρμητης αποδιέγερσης ή αποδιέγερσης λόγω κρούσης. Ενώ για τη θέρμανση έχουμε μια πληθώρα διαδικασιών θέρμανσης οι οποίες μπορούν να ταξινομηθούν σε 3 κατηγορίες:

- θέρμανση από πεδία ακτινοβολίας: φωτοηλεκτρική απορρόφηση σε ουδέτερα στοιχεία, φωτοδιάσπαση στα μόρια, φωτοιονισμός.
- θέρμανση μέσω συγκρούσεων: από τυρβώδες ροές, κρουστικά κύματα καταλοίπων *supernova* και κοσμικής ακτινοβολίας.
- θερμική ανταλλαγή μεταξύ της σκόνης και νεφών αερίου, αλληλεπίδραση ιονισμένου αερίου με μαγνητικά πεδία, βαρυτική κατάρρευση.

1.2 Παρατηρήσεις της Μεσοαστρικής Ύλης

1.3 Το Μεσοαστρικό Αέριο

Από τις πρώτες κιόλας παρατηρήσεις³ του μεσοαστρικού αερίου ανακαλύψαμε ότι βρίσκεται κυρίως σε μορφή διακριτών συμπυκνώσεων δηλαδή έχουν δομή νεφών ενώ μπορεί να βρίσκεται σε μορφή ατομική, ιονισμένη και μοριακή. Τα συστατικά του αερίου είναι:

- Υδρογόνο (H_2 , H, HI, HII, e^-)
- Ήλιο (HeI, HeII)

- Trace Elements (C,O,Ne,Mg,Fe, κ.α.)
- Μόρια (CO,Cs, κ.α.)

Το κυριότερο σε αναλογία συστατικό του Μεσοαστρικού Αερίου είναι το ουδέτερο ατομικό Υδρογόνο, το οποίο σε θερμοκρασίες $50-200\text{ K}$ βρίσκεται σχηματίζει πυκνά νέφη ενώ σε θερμοκρασίες άνω των 1000 K είναι διάχυτο και αραιό. Οι κύριοι τρόποι παρατήρησης του μεσοαστρικού αερίου είναι οι:

Παρατηρήσεις ατομικού και μοριακού Υδρογόνου

Παρατηρήσεις του Ιονισμένου Υδρογόνου Στη περίπτωση

1.4 Μοριακά Νέφη

³ μέσω της απορρόφησης μακρινών λαμπρών πηγών

Βιβλιογραφία

1. Schulz, N. S. *The Formation and Early Evolution of Stars* ISBN: 978-3-642-23925-0, 978-3-642-23926-7 (Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 2012).
2. Spitzer, L. *Physical processes in the interstellar medium* ISBN: 0471293350 9780471293354 (Wiley, New York, 1998).